EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DER MANUELLEN UND MECHANISCHEN GEFÄSSVEREINIGUNG IM HINBLICK AUF DIE ORGANTRANSPLANTATION

INAUGURAL–DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von

NATANIO DRAZNIN
aus Santa Fè (Argentinien)

BONN 1980

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546508_0037

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DER MANUELLEN UND MECHANISCHEN GEFÄSSVEREINIGUNG IM HINBLICK AUF DIE ORGANTRANSPLANTATION

INAUGURAL–DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von

NATANIO DRAZNIN
aus Santa Fè (Argentinien)

BONN 1980

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. med. N. Hahn
2. Gutachter: Prof. Dr. med. W. Vahlensieck

Tag der mündlichen Prüfung: 22.4.1980

Aus der Experimentellen Abteilung der Chirurgischen
Universitätsklinik Bonn
Direktor: Prof. Dr. med. F. Stelzner

Druck: UCS GmbH, 53 Bonn

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	6
Zur Geschichte der Gefäßnaht	6
Methodik	14
Eigene Versuche	29
Ergebnisse	41
Diskussion	44
Zusammenfassung	48
Literaturverzeichnis	50

Meinen Eltern gewidmet

Einleitung

Die Grundtechnik von Gefäßanastomosen wurde von CARREL [4] (Abb. 1) und GUTHRIE [5] mit der Methode der zirkulären Naht festgelegt, die klinische Anwendung von Gefäßanastomosen in großem Maßstab wurde jedoch nicht vor 1945 ausgenutzt; erst CRAFOORD [6] und GROSS [11] berichteten über die erfolgreiche Resektion des stenosierten Gebietes eine End-zu-End-Anastomose der Aorta durchgeführt wurde. Diese Berichte erweckten lebhaftes Interesse bei den Gefäßchirurgen und führten zu wichtigen Fortschritten in der modernen Chirurgie.

Es ist bekannt, daß bei jeder Organtransplantation eine gute Funktion des transplantierten Organs u.a. auch von gut durchgängigen Gefäßanastomosen abhängig ist. Diese Voraussetzung stellt uns vor die Frage, unter welchen Bedingungen die herkömmliche atraumatische Naht durch die maschinelle Naht mit besserem Erfolg ersetzt werden kann, andererseits unter welcher Indikation die eine oder die andere Naht gewählt werden soll.

Zur Geschichte der Gefäßnaht:

Am 4. Sitzungstage des 24. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie in Berlin, am 21. April 1900 sagte Prof. Dr. Erwin Payr: "Die Geschichte der Gefäßnaht, vor 150 Jahren schon zum erstenmal ausgeführt, läßt sich mit wenigen Worten dahin zusammenfassen, daß sie sich über ein Jahrhundert lang nur auf experimentellem Boden bewegte und erst seit 25 Jahren angefangen hat, in der praktischen Chirurgie eine Rolle zu spielen." Er selbst teilte dann eine größere Zahl von gelungenen Versuchen nach einer eigenen Methode mit, die nach unserer Ansicht eine sehr wichtige Epoche einleitet, welche sich in unseren Tagen bedeutungsvoll auf die mechanische Naht auswirkt. Es verdienen hier die Namen genannt zu werden, mit denen die Grundlage der Gefäßnaht zusammenhängt: ABBÉ [1] 1894, MURPHY [17] 1897, der nach einer langen Versuchsreihe eine arterielle Naht ausarbeitete,

LA TECHNIQUE OPÉRATOIRE DES ANASTOMOSES VASCULAIRES
ET LA TRANSPLANTATION DES VISCÈRES.

Par le Dr CARREL, prosecteur à la Faculté.

Pendant les derniers mois de l'année 1901, j'ai commencé des recherches sur le manuel opératoire des anastomoses vasculaires, dans le but de réaliser la transplantation de certains organes.

Cette transplantation consiste à prendre une glande, corps thyroïde ou rein, par exemple, à l'enlever avec son artère et sa veine, puis à greffer ces vaisseaux sur un autre point de l'appareil circulatoire. Simple curiosité opératoire aujourd'hui, la transplantation d'une glande pourra peut-être un jour avoir un certain intérêt pratique.

Nous n'étudierons ici que la technique employée pour obtenir une bonne réunion de vaisseaux souvent très petits.

La méthode, que je vais décrire, est très simple. Elle convient également aux artères et aux veines, aux vaisseaux de gros ou de petit calibre. Elle respecte l'intégrité de la tunique endothéliale. L'anastomose présente une étanchéité absolue, et ne provoque aucune diminution du calibre du vaisseau. Elle permet de réaliser aussi facilement une réunion termino-latérale, qu'une réunion terminoterminale. Son exécution est facile.

Aucune des méthodes actuellement employées, ne présente tous ces avantages. Cette supériorité est due à l'emploi d'*aiguilles extrêmement fines*, et à une manœuvre qui permet la *dilatation du vaisseau* au moment de la suture et prévient le rétrécissement.

Nous nous servons d'aiguilles Kirby n° 13 ou n° 14, et de fil de lin, employé dans la fabrication des dentelles de Valenciennes, ou plus simplement de coton d'Alsace n° 500. Ces aiguilles droites, rondes, très acérées, et beaucoup plus fines que celles dont les chirurgiens se sont servis jusqu'à présent, permettent les points perforants dans les parois veineuses ou artérielles, sans crainte de suintement. D'autre part, leur ténuité permet facilement les points interstitiels qui respectent l'endothélium des artères. Leur seul in-

Fig. 1. First page of Carrel's original article in *Lyon médical*, 1902

Abb. 1

Erstes Blatt der Originalpublikation von CARREL über seine Technik von Gefäßanastomosen und Organtransplantationen; veröffentlicht in Lyon médical, 1902.

die große Sicherheit gegen Blutungen gewährt. M. NITZE demonstrierte 1897 eine Elfenbeinprothese für die Gefäßnaht, die nach Ausführung der Vereinigung wieder entfernt wird. 1888 berichtete v. HOROCH über Tierexperimente, 1889 referierte JASSINOWSKY in seiner Inauguraldissertation über seine experimentellen Untersuchungen bei Gefäßnähten. Schließlich berichteten BURCI in Italien, SILBERBERG in Breslau, DÖRFLER und KÜMMELL Ende des letzten Jahrhunderts über weitere Untersuchungen.

Von all diesen Versuchen hat sich die Invaginationsmethode von MURPHY damals einen speziellen Platz erworben, sie wurde vom Autor wie folgt beschrieben (Abb. 2):

Zwei oder drei Fäden werden an der Adventitia und Media am proximalen Gefäßende gelegt. Dieselben werden am Distalende ca. 3 - 5 mm vom Rand von innen nach außen durchstochen. Durch Verknoten der Fäden wird der proximale Teil im distalen Ende invaginiert. Der Rand wird so vernäht, daß Adventitia und Media gefaßt werden. Bei von 13 auf diese Weise durchgeführten arteriellen Nähten blieben 4 Gefäße durchgängig und 4 thrombosiert.

1888 legte v. HOROCH die erste zirkuläre Naht an der Arteria femoralis beim Hund. Ebenfalls 1888 führten BRIEAU und JABOULAY 10 Nähte an der Karotis des Hundes in Form von U-Nähten durch, alle waren thrombosiert. Erst 10 Jahre später gelang es den Chirurgen, die Vereinigung der Karotis eines Esels in der Lyoner Gesellschaft der medizinischen Wissenschaften zu demonstrieren. Im gleichen Jahr veröffentlichte GLUCK die von ihm ausgearbeitete Methode für End-zu-End-Anastomosen. Diese Methode benutzt einen Arterienring von einem anderen Tier als lebendige Prothese. Über Erfolg oder Mißerfolg dieser Methode ist nichts bekannt..

Mit einer Mitteilung von PAYR [20] über seine Prothesentechnik bei Gefäßvereinigungen beginnt die Geschichte der Gefäßnaht des 20. Jahrhunderts:

Nach provisorischer Abklemmung des zentralen Endes der Arterie wird sie mit einer feinsten Hakenschieberpinzette durch einen kleinen Hohlzylinder (Abb. 3a) hindurch gezogen, der so stark sein muß, daß die Arterie gerade sein lichtes Lumen ausfüllt (Abb. 3b). Bei kleinen Gefäßen ist dieses Durchziehen am besten

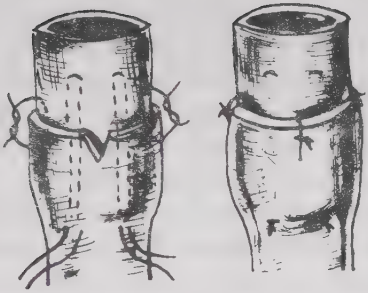
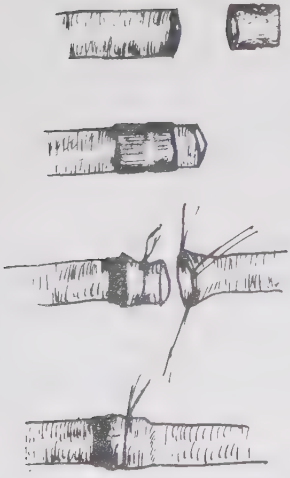


Abb. 2

Invaginationstechnik nach MURPHY



a Hohlzylinder

b durch den Zylinder gezogenes Gefäß

c umgestülptes und auf dem Zylinder unterbundenes Gefäßende

d über den Zylinder gezogenes und fixiertes Distalende, vollendete Anastomose

Abb. 3

Anastomosentechnik nach PAYR

dadurch zu bewerkstelligen, daß an drei verschiedenen Punkten des Arterienquerschnittes mit drehrunden Nadeln feine Seidenfäden durch die ganze Dicke der Arterienwand 1 - 2 mal gezogen und die durchgezogenen Fäden geknüpft werden; das eine Ende des Fadens wird abgeschnitten, sodaß man nun drei Halteseile hat (Abb. 3c), die mittels einer Pinzette durch das zylindrische Rohr hindurch geholt werden. Dieses Rohr hat eine Länge von 0,3 - 1 cm und trägt in der Nähe des einen Endes eine feine Nuht von mäßiger Breite und etwa 1/3 - 2/3 mm Tiefe. Das Arterienrohr wird so weit durch den in seiner Windung ausserordentlich dünnen Zylinder durchgezogen, daß das freie Ende des zentralen Arterienstumpfes 1/4 - 1/2 - 1 cm über den peripheren Rand des Zylinders vorschaut. Der Zylinder wird nun zart gehalten und durch Zug an den drei durchgezogenen Seidenfäden wird das Arterienrohr über den Zylinder so umgestülpt, daß die Intimafläche des Gefäßrohres auf ca. 1/4 - 1/2 bis höchstens 1 cm Distanz umgestülpt erscheint und die Adventitia des Gefäßrohres in derselben Ausdehnung dem Prothesenzylinder aufliegt (Abb. 3d). Dieses Umstülpen wird bei größeren Gefäßen schneller mit drei feinen Pinzetten als durch die Fadenschlingen ausgeführt, wobei eine feine starke Seidenligatur an jener Stelle um den umgestülpten Teil des Gefäßrohres angelegt wird, an der die Naht am Prothesenzylinder liegt, sodaß der Seidenfaden die Gefäßwand umschnürt und sich in diese hineinlegt; die Prothese ist also fest am zentralen Ende des Gefäßrohres befestigt.

Nun wird das periphere Ende folgendermaßen behandelt:

An der Peripherie des distalen Gefäßabschnittes sticht man an 3 oder 4 Stellen in gleichen Abständen mit runder Nadel und dünnem Seidenfaden durch die ganze Dicke der Gefäßwand, sodaß man mit den so entstandenen Fadenzügen das Lumen des peripheren Stückes auseinanderziehen kann.

Das Wichtigste bei dieser Art der Vereinigung liegt darin, daß breite Intimaflächen durch das Invaginieren des zentralen in das periphere Ende in Berührung kommen. Nach dieser Invagination muß darauf geachtet werden, daß das invaginierte Ende nicht zurückspringt. Dafür sorgt eine Ligatur, welche am peripheren Ende im Bereich der Prothese befestigt wird (Abb. 3d). Dabei ergibt sich

an der Stelle der Prothese folgende Gefäßreihenfolge:

von innen nach außen

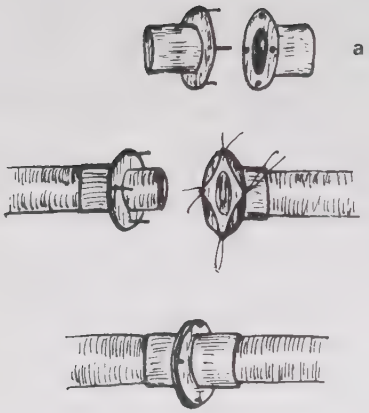
a) Intima - Media - Adventitia des eingestülpten Gefäßes;
b) Prothese;
c) Adventitia - Media - Intima des ebenfalls zentralen Gefäßstückes;
d) Intima - Media - Adventitia des peripheren Gefäßstückes.

Die zweite von PAYR [20] beschriebene Technik beruht auf dem Prinzip der Aneinanderführung von zwei Platten, die einen Verschlußmechanismus sichern und auf dem Prinzip des Murphyknopfes beruhen (Abb. 4a). Der männliche Teil besteht aus einem Magnesiumzylinder von ungefähr 1/2 - 1 cm Länge, der an seinem einen Ende eine gleichfalls durchlochte ca. 2 cm breite Platte trägt, die ziemlich kräftig gearbeitet ist. Auf dieser Platte sitzen 4 ebenfalls aus Magnesium gefertigte Stifte von etwa 1/2 mm Dicke, die an den Enden etwas zugeschärft sind.

Der weibliche Teil des Gefäßvereinigungsapparates ist ebenso konstruiert wie der männliche, nur mit dem Unterschied, daß die Endplatte anstatt der 4 Zapfen 4 kleine Löcher trägt (Abb. 4a). Das zentrale Gefäßende wird durch die stifttragende Gefäßplatte durchgezogen und über die Stifte gestülpt (Abb. 4b); das periphere Stück wird durch die perforierte Platte durchgezogen und an dieser Platte mit 4 Nähten (Abb. 4b), die durch die Perforationen gelegt werden, fixiert. Es bleiben so jetzt zwei Intimaflächen, die sich gegenüber stehen. Durch Führung der Stifte in die gegenüberliegenden Perforationen und Zusammenpressung derselben bleiben beide breite Intimaflächen mittels der zusammengeführten Platten fest gegeneinander liegen (Abb. 4c). Dieses Prinzip führte später zur Herstellung der Anastomosenringe von Nakayama.

DECASTELLO und ULLMANN konnten mit der Payrschen Methode Nieren von einem Tier auf ein anderes überpflanzen.

1902 erschien die Arbeit von Alexis CARREL [4], dessen Technik End-zu-End- (Abb. 1) sowie Seit-zu-Seit-Anastomosen bei Venen und Arterien gestattet. Die Wiedervereinigung von durchtrennten Gefäßen erfolgt durch Anlegung von 3 Haltefäden, die von außen nach



a Magnesiumzylinder

b umgestülpte und durchgezogene Gefäßenden

c zusammengeführte Zylinderteile, vollendete Naht

Abb. 4

Nahttechnik nach PAYR

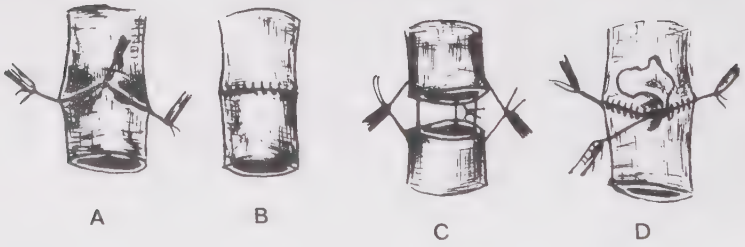


Abb. 5

fortlaufende, zirkuläre evertierende Naht nach CARREL

innen durch alle Schichten des Proximalendes und von innen nach außen im gegenüberliegenden Distalende gezogen werden (Abb. 5a-c). Die Fäden werden verknotet, sodaß Intima mit Intima in Berührung liegt. Durch leichte Anspannung von zwei oder drei Fäden lassen sich die zwischen innen liegenden Wundränder anziehen und man kann leicht eine fortlaufende Naht anlegen (Abb. 5b-d).

1905 veröffentlichte GOYANES [10] in der spanischen Literatur Versuche, wobei er Arteriensegmente durch Venen ersetzt hat. Einige Versuche waren erfolgreich, die Nahttechnik wird jedoch nicht beschrieben.

Ein Hauptproblem stellte das Nahtmaterial dar, da es mit der Innenwand des Gefäßes in direkte Berührung kommt. PAYR benutzte für seine Prothesen Magnesiumröhrchen. CARREL selbst verwendete feine Leinenfäden oder elsäßische Baumwolle. STICH arbeitete mit Lyoner Seide. GUTHRIE benutzte beim Tierexperiment menschliche Haare, SOFOTEROFF versuchte die Gefäßnähte mit Frauenhaar durchzuführen (1911). Die Vorbereitung des Haares wurde durch Reinigung mit Wasser und Seife, später mit Alkohol und Äther vorgenommen. Später wurden wegen der Feinheit und leichten Zerreißbarkeit der Menschenhaare Pferdehaare benutzt. SALTYKOFF benutzte Kaninchenhaare. Es ist zu bemerken, daß Catgut von allen Autoren als für Gefäßanastomosen ungeeignet bezeichnet wurde. Die zu jener Zeit durchgeführten histologischen Untersuchungen zeigten, daß Pferdehaare für diese Anastomosen geeignet waren, da sie eine geringe Fremdkörperwirkung entwickelten und eine bessere Zugfähigkeit als Menschenhaar aufwiesen. Im Laufe der Jahre erwiesen sich jedoch atraumatischer Seidenfaden, Kunststoffasern und zuletzt seit der Einführung der mechanischen Gefäßnähapparate Tantal, ein Metall aus der Familie des Vanadiums, das eine ausgesprochene Gewebefreundlichkeit zeigt und zunehmend in der Chirurgie benutzt wird, als geeignetste Nähmaterialien.

Methodik

Für unsere Untersuchung wurden manuelle und mechanische Nähte ausgeführt; sie wurden eingeteilt in:

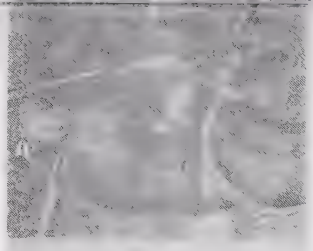
manuelle Nähte:
A) Dreieckläppchenplastik nach Gütgemann und Schreiber (Abb. 6);
B) Blalocksche Anastomosen (Abb. 7);
C) Carrelsche Anastomosen, fortlaufende Naht (Abb. 5);

mechanische Nähte:
D) Anastomosen mit dem Nakayama-Gerät (Abb. 8);
E) Anastomosen mit dem russischen Apparat ASZ8 (Abb. 15);
F) Anastomosen mit dem US-Stapler (Abb. 22).

Beschreibung der Anastomosentechniken:

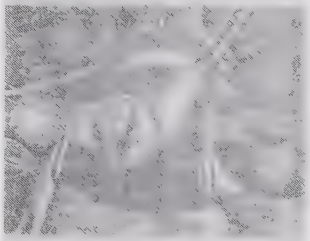
A) Zur Ausführung der venösen End-zu-Seit-Nähte benutzten wir die von GÜTGEMANN und SCHREIBER [13] angegebene Technik für portocavale Anastomosen. "Nach bogenförmiger Aufschlitzung der Vena cava inferior wird das so entstandene Dreieckläppchen mittels eines Fadens aufgeklappt. Die Vena portae wird an der hinteren Wand mit zwei Haltefäden an beiden Ecken der aufgeschlitzten Vena cava fixiert. Nach Verknüpfen der zwei Haltefäden wird einer zu dem Gefäßlumen durchgestochen und beide hinteren Wände mit einer fortlaufenden Naht vernäht. Es werden Intima und Media gefaßt, sodaß eine gute Adaptierung der Intima zustande kommt. Nach Vollendung dieser Naht wird an dem anderen Ende der Anastomose der Faden ausgestochen und mit dem zweiten Haltefaden verknüpft. Die vordere Wand von der Vena portae wird bogenförmig ausgeschnitten, sodaß sie mit dem am Anfang hergestellten Cavaläppchen übereinstimmt und zu diesem Läppchen als fortlaufende evertierende Naht vernäht (Abb. 6)."

B) Zur Ausführung der manuellen arteriellen End-zu-Seit-Anastomose benutzten wir die von BLALOCK zur Anastomose der Arteria subclavia mit der Arteria pulmonalis beschriebene Technik. Die hintere Wandnaht wird mit einer fortlaufenden modifizierten Matratzennaht genäht. Die Ausführung dieser Naht wird dadurch sehr erleichtert, daß die Fäden erst nach Vollendung der Naht angezogen werden (Abb. 7a+b).



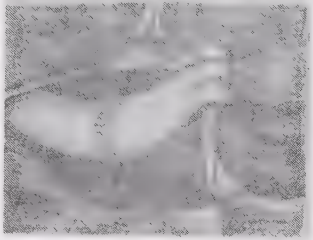
a.)

bogenförmige Schnittführung zur Läppchen= bildung.



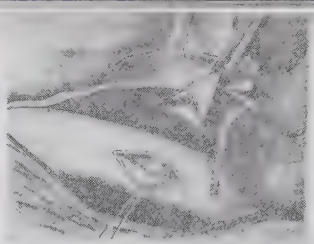
b.)

evertierende Naht der Hinterwände.



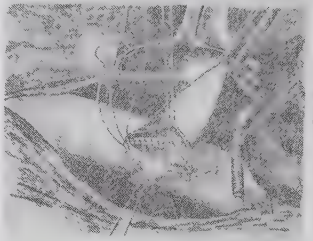
c.)

Anastomosierung der Vorderwände mit fortlaufender Naht.



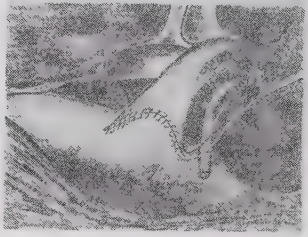
a.)

bogenförmige Schnittführung zur Läppchen= bildung.



b.)

evertierende Naht der Hinterwände.



c.)

Anastomosierung der Vorderwände mit fortlaufender Naht.

Abb. 6 Läppchenplastik-Technik nach GÜTGEMANN und SCHREIBER

End-zu-End-Anastomose

End-zu-Seit-Anastomose

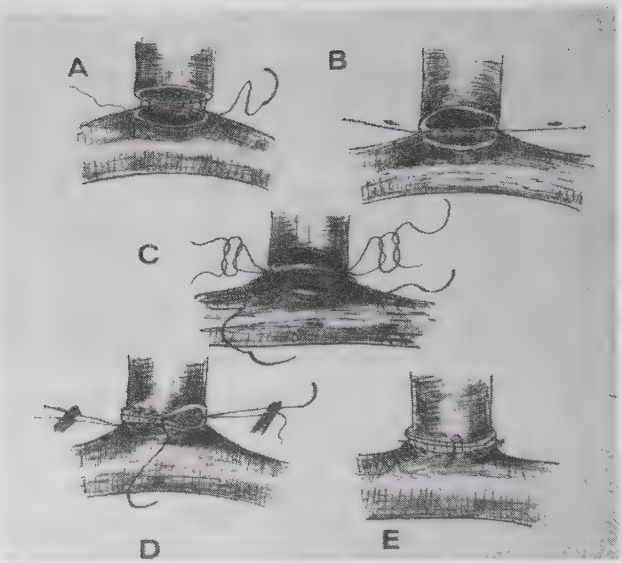


Abb. 7

Nahttechnik nach BLALOCK

A) fortlaufende Hinterwandnaht
B) beim Anziehen beider Fadenenden liegen die Intimae gegeneinander
C) die Fäden der Vorderwandnaht werden mit den Fäden der Hinterwandnaht verknotet
D) fortlaufende U-Naht der Vorderwand
E) vollendete Blalocksche Naht

Die Vorderwandnaht wird, von beiden Seiten beginnend, nach der Mitte ausgeführt; an dieser Stelle werden beide Fäden verknotet (Abb. 7c,d,e).

C) Die manuellen End-zu-End-Anastomosen wurden nach der von CARREL bzw. der von GÜTGEMANN und SCHREIBER beschriebenen Technik genäht (Abb. 6). (24)

D) End-zu-End-Anastomosen mit dem japanischen Gerät nach NAKAYAMA (18-19) (Abb. 8):

Die Gefäße werden durch zwei Ringe anastomosiert. Jeder Ring trägt 6 Stifte bzw. 6 Perforationen im gleichen Abstand (Abb. 10a). Jeder dieser Ringe wird von zwei Trägerklemmen umschlossen (Abb. 10b), sodaß die Perforationen des einen Ringes den Stiften des anderen Ringes gegenüberstehen. Die Gefäße werden durch die Ringe gezogen und über die Stifte evertiert (Abb. 11); werden die Gefäße zusammengeführt, liegt Intima gegen Intima, wobei jeder Stift des einen Ringes in eine Perforation des anderen Ringes gleitet. Beim Zusammendrücken der Ringe (Abb. 12) mit einer zu diesem Zweck zur Verfügung stehenden Zange werden die Stifte umgebogen und die Gefäßanastomose gesichert (Abb. 13). Diese spezielle Zange (Abb. 12) ist vorn an beiden Teilen halbkreisförmig ausgeschnitten und vermeidet so beim Zusammendrücken der Ringe eine Verletzung der Gefäße. Die Stärke der Gefäße, die für die Vereinigung mit Ringen geeignet sind, beträgt 2,3 - 4mm Durchmesser. Bei übereinstimmendem Ringdurchmesser und Gefäßlumen bleibt dieser unverändert. Wenn die Ringe 0,5 mm stärker als die Gefäße genommen werden, ergibt sich eine besonders weite Anastomose (Abb. 14). (24)

E) End-zu-End-Anastomosen mit der russischen Nähmaschine (Abb.15):

Der russische Gefäßnähapparat besteht aus zwei Hälften, an jeder Apparathälfte wird das Ende des zu vernähenden Gefäßes eingeführt. Die Enden der Gefäßstümpfe werden manschettenförmig auf die Buchsen gestülpt (Abb 17+18). Die linke Buchse enthält die U-förmigen Klammern, die rechte Buchse (Anlegbuchse) zeigt Vertiefungen, die die Klammern B-förmig umbiegen (Abb. 16:7). Das Umbiegen der Klammern wird durch einen Stößel ausgelöst (Abb. 16:6). Die U-förmigen Klammern sind aus einer Kobaltlegierung oder aus

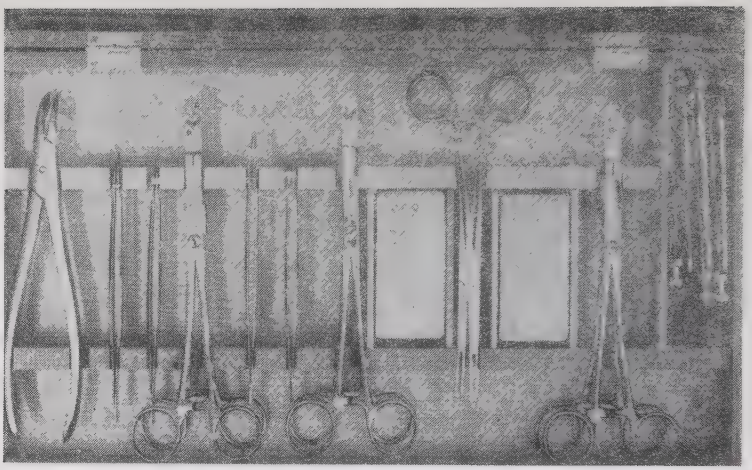


Abb. 8
Japanische Nähmaschine nach NAKAYAMA

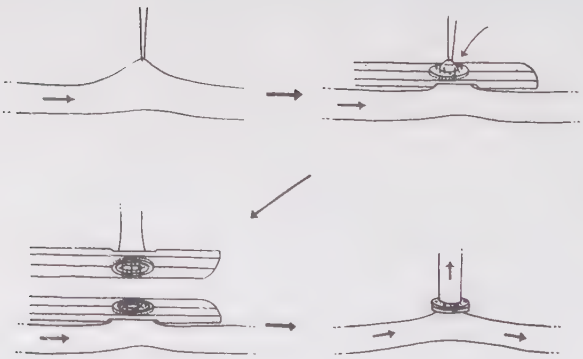


Abb. 9
Technik der End-zu-Seit-Anastomose mittels des Nakayama-Apparates (nach NAKAYAMA)

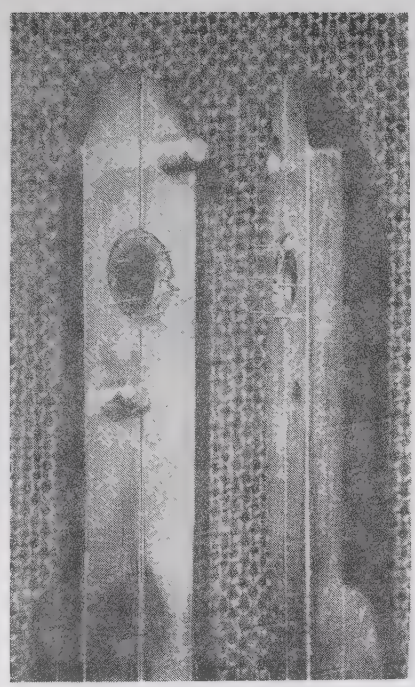


Abb. 10b
Original-Abbildung

bb. 10a
inge und Trägerklemmen des japanischen Gerätes

) Schnitt von Ringen und Stiften
) in die Trägerklemmen eingesetzter Ring
) Ringe vor und nach Vollendung der Naht

Abb. 11

über die Stifte evertierte Gefäßenden

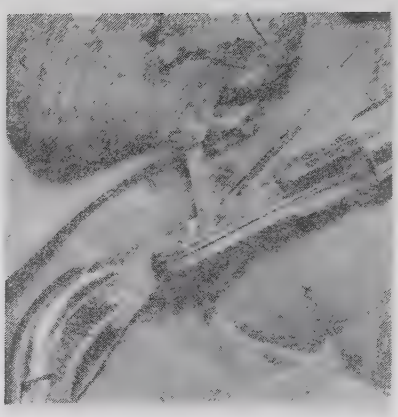


Abb. 12

zusammengedrückte Klemmen

Abb. 13

Anastomose nach Entfernung der obersten Klemme

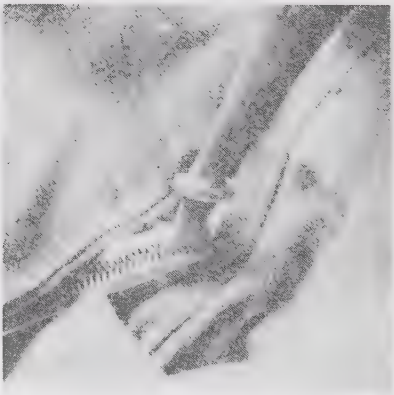


Abb. 14

erweiterte vollendete Anastomose

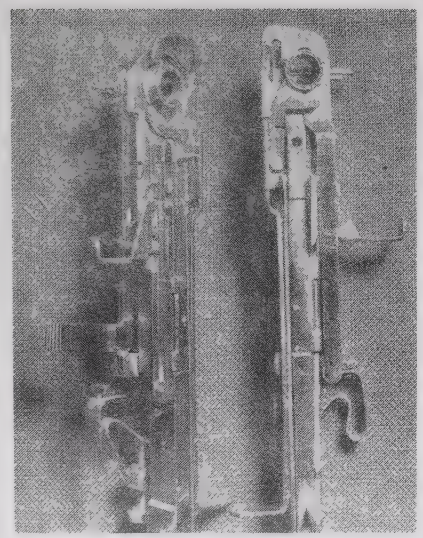


Abb. 15
Russisches Gerät ASZ8

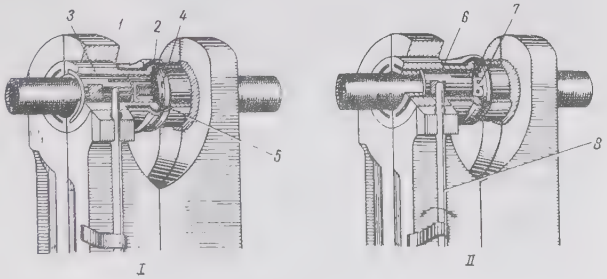


Abb. 16

1: umgestülptes Gefäß
2: Nähzwischenraum
3: obere Hälfte der Klammerbuchse
4: Anlegeuchse
5: untere Hälfte der Anlegebuchse
6: Stößel
7: B-förmige Naht
8: Hebel

Tantaldraht hergestellt. Beide Stoffe sind sehr gewebefreundlich und verursachen keine entzündlichen Reaktionen seitens des Organismus. Sie haben bei dem von uns benutzten Apparat ASZ8 einen Durchmesser von 0,15 mm. Die Klammerschenkel haben scharfe Enden und durchstoßen ohne Schwierigkeit die Gefäßwände. Es sind bei diesen Klammerschenkeln zwei verschiedene Längen zu unterscheiden: kurze für Venenanastomosen und etwas längere für arterielle Anastomosen. Die Buchsen bestehen aus zwei Hälften; jede Buchsenhälfte enthält Schlitze, in denen die Klammern im Umkreis lagern. Die Anzahl der Schlitze ist je nach Größe der Buchse unterschiedlich und beträgt beim ASZ8 zwei Schlitze pro Hälfte bei 2,5 mm Durchmesser und 8 Schlitze beim Durchmesser von 6,6 mm. Die Klammern werden aus den Schlitzen durch den Stößel herausgestoßen. Dieser Stößel wird durch einen Hebel betätigt (Abb. 16:8). Die Anlegbuchse besteht ebenfalls aus zwei Hälften, die symmetrische Vertiefungen (Abb. 16:4) den gegenüberstehenden Klammern zeigen. Werden die Klammern durch den Stößel betätigt, durchdringen sie die Gefäßwände und treten exakt in die Vertiefengen ein. Es ergibt sich dabei eine B-förmige Naht (Abb. 16:7), die gewebeschonend ist und keine Nekrosen an der Nahtstelle verursacht.

Ein wichtiger Punkt der mechanischen Gefäßanastomose ist die Zusammenführung von beiden Gefäßenden; dabei ist zu beachten, daß der genannte Nähzwischenraum zwischen beiden Enden so gering ist, daß sich die Gefäßenden berühren, ohne daß die Intima gequetscht wird. Beim Apparat ASZ8 liegt dieser Zwischenraum im Bereich von 0,1 - 0,8 mm. Dafür steht im Apparat eine spezielle Leiste zur Verfügung. Beim Verschieben dieser Leiste kommen die Gefäßenden nah aneinander und der Zwischenraum kann auf der Scala, die am Anlagkörper angebracht ist, abgelesen werden. Die Scala ist in 8 Abschnitte eingeteilt, jeder Zwischenraum beträgt 1/10 mm (Abb. 19a).

Die Blutstillungsklemmen (Abb. 19b) erfüllen folgende Funktionen:

a) sie klemmen das Gefäß ab;
b) sie schließen das Gefäß an den Apparat an;
c) sie ermöglichen die Bestimmung der Größe der Nähbuchse;
d) sie gestatten die Dicke der Gefäßwände zu messen;
e) mittels einer zusammenpressbaren Feder besteht die Möglichkeit, verschiedenen Druck auf die Gefäßwände auszuüben.

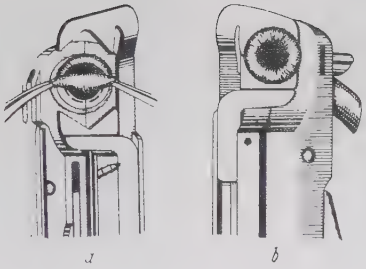


Abb. 17
a) Gefäß wird umgestülpt
b) umgestülptes Gefäß, von
den Gefäßhaken fixiert

Abb. 18
von den Gefäßhaken fixierte, umgestülpte
Gefäße; bei Nierentransplantation

Sollten diese Klemmen zu allen diesen Bestimmungen verwendet werden, ist wie folgt zu verfahren:

Am Arbeitsende der fassenden Teile sind 6 horizontale Strichmarken vorhanden, mit deren Hilfe sich die Buchsengröße bestimmen läßt. Wird das Gefäß mit der Blutstillungsklemme zusammengepreßt, ist zu vermerken, wieviel Teilstriche das Gefäß in Anspruch nimmt. Erreicht das Gefäß die Höhe von 5 Teilstrichen, bedeutet dies, daß eine Buchse mit dem Durchmesser von 5,7 mm verwendet werden muß; d.h. die 5. Buchsengröße. Der verschiebbare Klemmenteil (oberster Teil) trägt eine Scala von 0 bis 10 (Abb. 20). Neben dieser Scala befindet sich eine fixierte Millimeterscala. Werden die Gefäße abgeklemmt, verschiebt sich die 0 der ersten Scala; hier ist abzulesen, welche Markierung mit einem Strich der fixierten Scala übereinstimmt. Stimmt z.B. die 6 mit einem Millimeterstrich überein, so ist die Zusammenführung der Gefäße bis auf 0,6 mm zu bringen. Diese exakte Zusammenführung wird durch den bereits beschriebenen Nähzwischenraumhebel (Abb. 19a) gewährleistet.

Zur Durchführung der mechanischen Naht ist ein Gefäßstumpf von 1,5 - 2 cm notwendig. Nach Anlegen der Klemmen werden die Gefäße durch die Buchsen gezogen und mit der speziellen gebogenen Pinzette manschettenförmig umgestülpt (Abb. 17). In dieser Stellung werden sie durch zwei Gefäßhaken (Abb. 18), die an dem unteren Teil der Maschine angebracht sind, gefaßt, sodaß ein Abrutschen des schon umgestülpten Gefäßes nicht möglich ist (Abb. 18). Beide Hälften der Maschine werden dann zusammengeführt, und durch Verschiebung des Zwischenraumhebels bleiben die zwei Hälften fixiert. Nach Betätigung des seitlich angebrachten obersten und untersten Anleghebels werden die Klammern ausgestoßen und die B-förmige Naht vollendet (Abb. 21).

F) End-zu-End-Anastomosen mit dem amerikanischen Gerät (US-Stapler) (Abb. 22):

Obwohl der russische Apparat 12 Jahre früher als der amerikanische konstruiert wurde, sind beide grundsätzlich ähnlich. Das amerikanische Gerät besteht aus zwei Klemmen (Abb 22a+b), die beide zusammengebracht und mittels eines Gewindes aneinander befestigt werden können. Jede der beiden Klemmen besteht aus zwei Hälften, die am vorderen Teil eine spezielle Vorrichtung zur Aufnahme der

Abb. 19a
zusammengeführte Hälften der Maschine

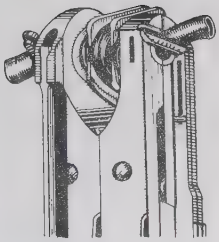


Abb. 19b

Abb. 20
Anastomose nach Abnahme des oberen Maschinenteils

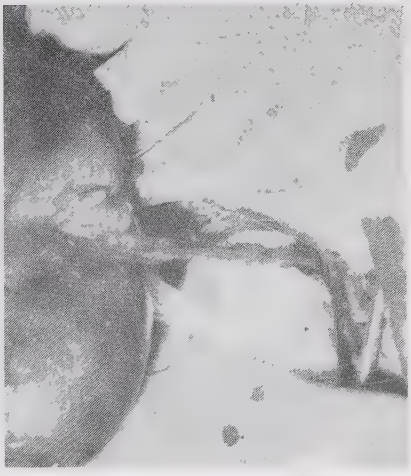


Abb. 21
vollendete arterielle Naht bei Nierentransplantation

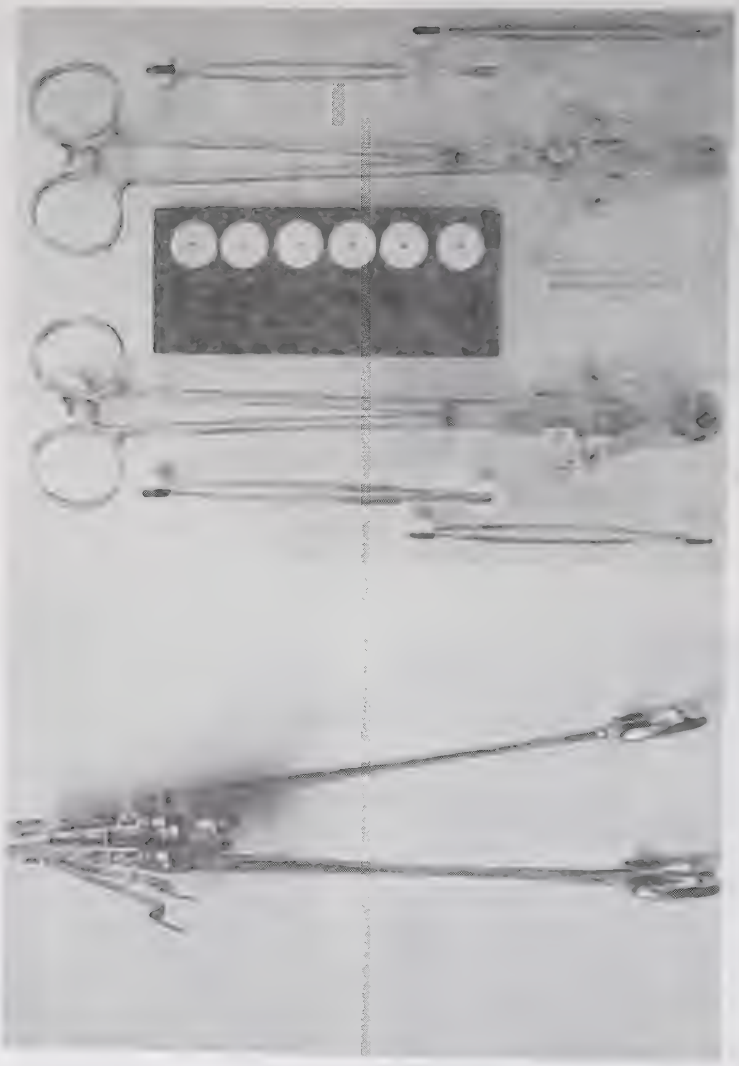


Abb. 22
Amerikanische Nähmaschine (US-Stapler) für kleinere Gefäßanastomosen

Näh- bzw. Anlegbuchse haben. Die linke Klemme trägt die Klammernbuchse. Diese Buchse wird aus Kunststoff hergestellt und mit angebrachten Klammern steril geliefert. Zu jedem Buchsenmaß gehören Anlegbuchsen, die an der rechten Klemme angebracht werden. Jede Buchsenhälfte trägt eine spezielle gezahnte Vorrichtung, die nach Durchführung der Gefäße durch die Buchsen und Schließung der Klemmen als Gefäßklemmen gelten. Dadurch wird die Vereinigung von kurzen Gefäßstümpfen ermöglicht. An der linken Klemme ist ein Stößel angebracht (Abb. 23a), der nach seitlicher Verschiebung die Metallklammern betätigt und damit die Anastomosennaht vollendet.

Der Durchmesser der Buchsen liegt zwischen 1,3 mm und 3,8 mm. Damit ist die Möglichkeit gegeben, Gefäße in diesem Größenbereich zu vernähen. Bei vorsichtiger Dehnung kann man Gefäße bis einschließlich 1 mm Durchmesser anastomosieren. Ebenso wie bei der russischen Maschine werden die durch die Buchsen durchgeführten Gefäßenden umgestülpt, zwei kleine Schrauben, die am inneren Teil der Klemmen liegen, werden verschoben, sodaß die umgestülpten Gefäße durch Greifvorrichtungen in dieser Stellung gehalten werden (Abb. 23b). Nach Zusammenführung der beiden Klemmenhälften liegen die Intimae der Gefäßenden aneinander. Wird der Anleghebel betätigt, durchstechen die sehr feinen Klammern die Gefäßwände und werden an die Anlegbuchsen umgebogen, sodaß eine B-förmige Naht entsteht. Das gesamte Gewicht der amerikanischen Maschine beträgt 70 g. Die feinen Tantaldrähte gestatten bei dieser Maschine venöse und arterielle Anastomosen sowie die Vernähung von Kunststoffgefäßprothesen.

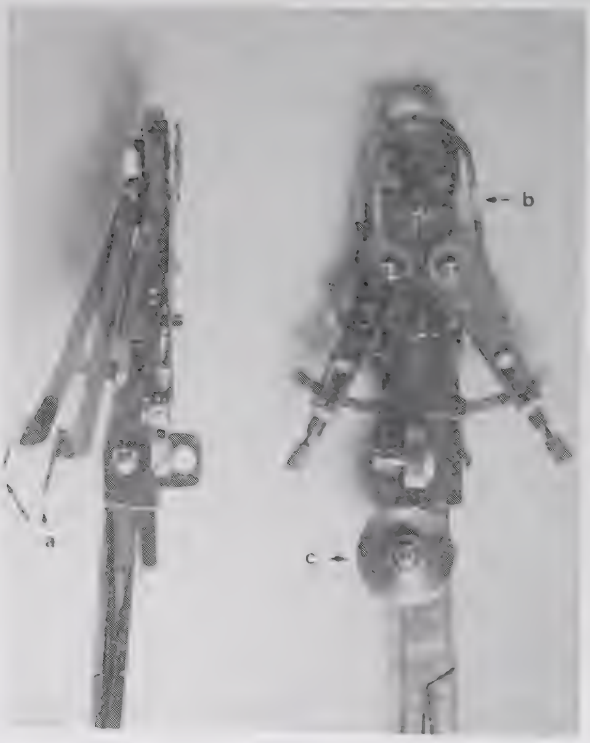


Abb. 23

US-Stapler

a) Stößel zur Betätigung der Nähklammern
b) Vorrichtungen zum Festhalten der umgestülpten Gefäße
c) Schraube zur Zusammenführung beider Apparathälften

Eigene Versuche

Als Versuchstiere dienten Schäfer- bzw. Bastardhunde mit einem Gewicht zwischen 15 und 30 kg. Zur Sedierung bekamen die Tiere 0,1 mg/kg Propiomazin* i.m. 30 Minuten prae operationem; als Narkose verabreichten wir 25-30 mg/kg Pentobarbital** i.v.; es wurde eine mediane Laparotomie durchgeführt. In allen Fällen wurde auf strenge Asepsis geachtet; postoperativ wurden die Hunde mit Breitspektrum-Antibiotika behandelt.

Es wurden (insgesamt 140) Anastomosen an oberflächlichen und tiefliegenden intraabdominellen Gefäßen sowie bei isotopen und heterotopen Organtransplantationen ausgeführt. Die Wahl der Gefäße erfolgte zur Erprobung der verschiedenen Methoden und Nähtechniken und ihrer Indikation je nach Gefäßsituation.

Bei den Homotransplantationen wurden die Tiere teilweise mit immunosuppressiven Medikamenten behandelt. Alle Tiere wurden in verschiedenen Abständen revidiert, die Anastomosenstelle entfernt und makroskopisch auf Thrombose untersucht. Von jeder Serie wurden mehrere histologische Untersuchungen vorgenommen, um die Gewebefreundlichkeit des benutzten Materials zu überprüfen; diese fanden zwischen dem 8. Tag und 18. Monat postoperativ statt.

1) End-zu-End-Anastomosen an der Arteria femoralis:

Die Arteria femoralis wurde freigelegt und die Adventitia abpräpariert. Es wurden zwei Gefäßklemmen proximal und distal angelegt und der dazwischenliegende Gefäßteil durchtrennt. Danach folgten die Gefäßvereinigungen mittels der beschriebenen Methoden A, C, D, E und F (siehe Seite 14) zu je 6 Anastomosen.

Der durchschnittliche Durchmesser der Arteria femoralis betrug bei den Hunden je nach Größe des Tieres 2,5 - 4 mm, sodaß alle Nähmaschinen ohne Schwierigkeiten eingesetzt werden konnten.

---

* Combelen ^{R}, Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen

** Nembutal ^{R}, Deutsche Abbott GmbH, Ingelheim

2) End-zu-End-Anastomosen an der Vena femoralis:

Die Vena femoralis wurde nach Freilegung je 6 mal nach Methode A, C, D und E genäht. Der US-Stapler wurde bei diesen Anastomosen nicht eingesetzt.

3) End-zu-End-Anastomosen an der Arteria renalis:

Dafür wurden 8 Hunde mit einem Gewicht zwischen 30 und 35 kg ausgewählt.

Die am Anfang gewählte mediane Laparotomie wurde nach dem dritten Versuch durch einen verlängerten Rippenbogenschnitt ersetzt, der sich für diesen Versuch als günstiger erwies; als Ausgang dieses Schnittes nahmen wir die äußere Grenze des Muskels rectus abdominis. Dieser gestattet beim Hund einen leichteren Zugang zur Niere. Die Arteria renalis wurde freigelegt, es folgte eine arterielle Strömungsmessung mit einem elektromagnetischen Flowmeter, Modell Statham k-2000 Microflow (Abb. 24). Die Kurven wurden mittels Direktschreiber (Schwarzer PEE 12) aufgezeichnet. Zwischen zwei Klemmen wurde die Arteria renalis durchtrennt und mit Nakayamaringen wieder vereinigt (Methode E). Diese Anastomose wurde mit Ringen durchgeführt, die einen kleineren Durchmesser als die durchtrennte Arterie hatten. Wir bezweckten damit, festzustellen, inwiefern sich verschiedene Einengungen des Gefäßes auf den Blutdurchfluß hinter der Anastomose auswirkten (Abb. 25). Postoperativ wurde der Blutdurchfluß distal vom Anastomosenring gemessen. Vier Wochen post operationem wurden angiographische Untersuchungen angefertigt, um die weitere Durchgängigkeit der Gefäße zu prüfen.

4) Gefäßanastomosen bei Organtransplantationen:

a) Nierentransplantationen:

Es wurden 13 Nierenautotransplantationen durchgeführt. Alle Tiere wurden am Tage der Operation angiographisch untersucht, wodurch Tiere mit mehreren Arteriae renales von dem Versuch ausgeschlossen werden konnten. Es ließ sich bereits präoperativ nach Länge des Hauptstammes der Arteria renalis zwischen Aorta und Bifurkation die entsprechende Nähmaschine wählen. Wenn der Stamm der Arteria

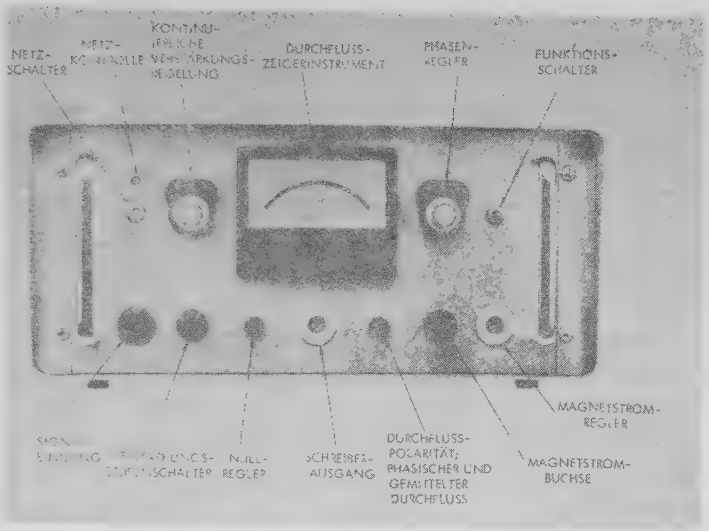


Abb. 24
Elektromagnetisches Flowmeter, Modell Statham k-2000 Microflow

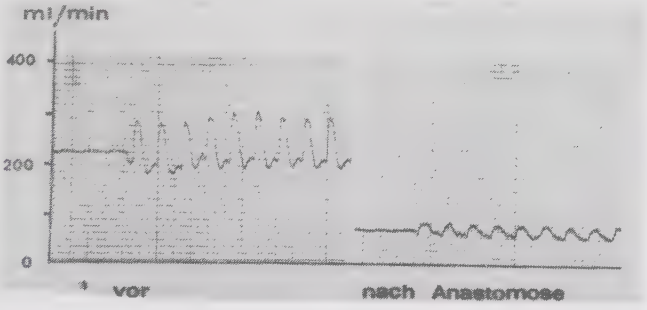


Abb. 25
Blutdurchflußkontrolle einer mittels Nakayamaringe eingeengter Arteria renalis

kürzer als 3 cm war, wurde die Anastomose mit dem Apparat nach Nakayama durchgeführt (6 Fälle); waren die Arterienstämme länger als 3 cm, wurde die russische Maschine ASZ8 benutzt. Da es sich bei unseren Versuchen nur um Gefäßanastomosen handelt, wurden die Hunde laparotomiert, die ausgewählte Niere freigelegt und die Arteria renalis dicht an der Aorta durch Umstechung unterbunden und durchtrennt. Ebenso wurde mit der Vena renalis dicht an der Vena cava inferior verfahren. Der Ureter wurde bis zum Blasenansatz freigelegt und die Niere durch einen seitlichen Bauchschlitz vom Peritoneum bis an die Haut in einer zuvor freipräparierten Schicht gelagert. Daraufhin anastomosierten wir die Arteria und Vena renalis mit der Arteria und Vena iliaca externa. Bei Benutzung der russischen Nähmaschine wurden die Anastomosen End-zu-End vernäht. Wenn wir das Nakayama-Gerät benutzten, nähten wir die Arterien End-zu-End und anastomosierten die Vene manuell als Dreieckläppchenplastik an der Vena iliaca externa.

Während der Ischämiephase wurde die Niere mit einer auf 4° C gekühlten Dextran-Lösung* plus 5000 I.E. Heparin** durchspült. Dies bewirkte eine Blutleere der Niere und verhinderte somit eine Thrombosierung während dieser Phase.

b) Pankreastransplantationen:

Zur Transplantation des Pankreas gehörten zwei Serien von homologen Versuchen. Spender und Empfänger waren Hunde mit ca. 20 bis 30 kg Gewicht. Die Transplantationen wurden eingeteilt in:

10 isotope Transplantationen und
16 heterotope Transplantationen.

Das Präparat wurde vom Spendertier wie folgt entnommen:

Mediane Laparotomie, Freipräparierung der Vena und Arteria lienalis, Unterbindung der Arteria lienalis unter Schonung der von diesem Gefäß abgehenden Rami pancreatici und Abtragung der Milz. Der Pylorus

---

* Macrodex R, Knoll AG, Ludwigshafen/Rhein
** Liquemin R, Deutsche Hoffmann - La Roche AG, Grenzach/Baden

wurde freipräpariert und die Arteria gastrica dextra und Arteria gastroepiploica dextra wurden unterbunden und durchtrennt. Durchtrennung des Duodenums; der Duodenalstumpf wurde mit einer doppelreihigen Naht verschlossen. Die Arteria gastroepiploica sinistra wird unterbunden und durchtrennt. Dasselbe geschieht mit der Arteria gastrica sinistra und der Vena coronaria ventriculi. Der Magen wird umgeklappt und gegen das Zwerchfell versenkt. Freilegung der Vena mesenterica superior, Unterbindung und Durchtrennung der Arteria pancreatica inferior. Das Pankreas wird aus dem Omentum unter Schonung der Vena mesenterica superior ausgelöst. Man erreicht so den Stamm des Truncus coeliacus, hier muß man bei Durchtrennung der Gewebe auf den Truncus der Arteria mesenterica superior achten. Darstellung des Truncus coeliacus, die Arteria hepatica pulsiert frei. Die Arteria phrenica wird unterbunden. Man zieht jetzt des Duodenum nach distal und unterbindet den Ductus choledocus. Die Lebergefäße werden im Leberhilus freigelegt. Die Rami hepatici der Arteria hepatica sowie die Arteria cystica werden unterbunden, es muß dabei auf Schonung der abgehenden Arteria pancreatica duodenalis geachtet werden. Nach Freilegung der Bifurkation der Vena portae und Durchtrennung des distalen Duodenums bleibt das Duodenum-Pankreas-Präparat nur an den Gefäßen verankert. Die Aorta wird unterhalb des Zwerchfells und des Truncus coeliacus abgeklemmt. Es erfolgt die Resektion dieses Aortateiles, danach wird die Vena mesenterica durchtrennt; dasselbe geschieht mit der Vena portae. Die Vena mesenterica wird unterbunden und die Vena portae als sehr kurzer Stumpf für den venösen Abfluß nach der Transplantation benutzt.

Während der ischämischen Phase wurde das Präparat mit der von uns bereits beschriebenen Lösung 20 Minuten perfundiert [8].

Empfängertier:

Nach medianer Laparotomie erfolgt die Freilegung des Pylorus, Ligatur der Arteria gastrica dextra und Arteria gastroepiploica dextra, Skelletierung des Antrums der großen und kleinen Kurvatur des Magens. Der Magen wird durchtrennt. Ligatur und Durchtrennung der von der Arteria lienalis zum Pankreas abgehenden Gefäße. Die Arteria pancreatica inferior wird unterbunden und durchtrennt. Unter größter Vorsicht werden die Arteria gastroduodenalis und die Vena

pancreatica scharf präpariert und unterbunden. Nach Auslösung des Pankreas vom Omentum wird das Präparat entnommen. Der Gallenabfluß wird durch eine Cholecystojejunostomie wiederhergestellt. Die Magen-Darm-Passage wird durch eine Billroth II Operation mit Braunscher Fußpunktanastomose gesichert.

Bei isotopen Transplantationen wurde der Truncus coeliacus des Spenders mittels einer Aortenmanschette in der Aorta des Empfängers unterhalb der Nierengefäße durch eine Blalocknaht anastomosiert. Die Vena portae wurde mit der Technik der Dreieckläppchenplastik nach GÜTGEMANN und SCHREIBER an die Vena cava inferior End-zu-Seit genäht.

Bei heterotopen Transplantationen wurde der Truncus coeliacus End-zu-End mit der Arteria iliaca externa mit der russischen Nähmaschine ASZ8 (10 Anastomosen) bzw. mit dem Nakayama-Apparat (6 Anastomosen) genäht. Die Vena portae wurde End-zu-Seit mit der Vena iliaca externa durch eine Dreieckläppchenplastik vereinigt (Abb. 29).

Postoperativ wurden Angiogramme angefertigt, um die Durchgängigkeit der Gefäße festzustellen.

Angiographische Untersuchungen:

Die Untersuchungen erfolgten in Narkose nach der Seldinger-Technik. Unter fortwährender Durchleuchtung wurde der in die Arterie eingeführte Katheter in die abdominelle Aorta vorgeschoben. Die Katheterspitze wurde mit einer manuellen Probeinjektion von 5 ml Kontrastmittel genau lokalisiert.

Nach Anschluß des Katheters an die automatische Druckspritze (Gidlund injector) erfolgte die Injektion von etwa 20 ml Urigrafin 76% und die Exposition von insgesamt 20 Röntgenaufnahmen. Es wurde folgendes Programm gewählt: Drei Bilder pro Sekunde über drei Sekunden, der Rest mit 1,5 Bildern pro Sekunde. Diese Metnode gestattete uns, bei Nierentransplantationen die arterielle (Abb. 26a), venöse (Abb. 26b) und urographische Phase darzustellen (Abb. 26c). Bei Pankreastransplantationen wurden die arterielle (Abb. 26) und venöse (Abb. 27) Phase beobachtet. Die Lokalisierung der Anastomosenstelle

Abb. 26a
Arterielle Phase nach Nierentransplantation

Abb. 26b
Venöse Phase nach Nierentransplantation

Abb. 26c
Urographische Phase nach Nierentransplantation

Abb. 27
Venöse Phase nach Pankreastransplantation

Abb. 28
Angiographische Untersuchung nach Pankreastransplantation, arterielle Phase; die Anastomosenstelle ist an dem Nakayamaring erkennbar.

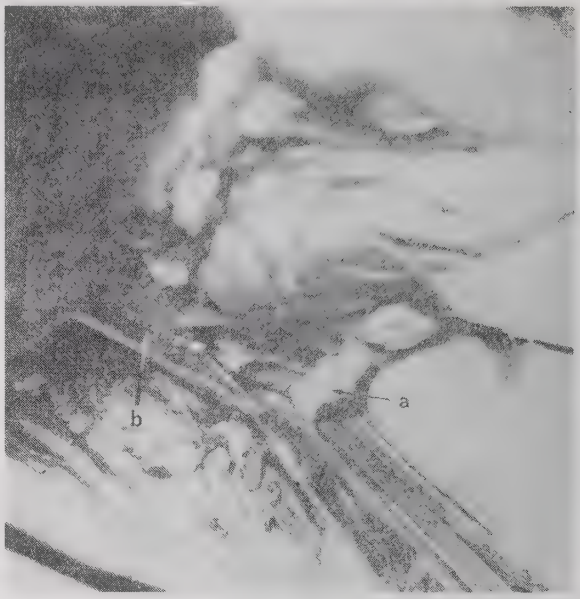


Abb. 29
Gefäßnähte bei Pankreastransplantation
a) arterielle Anastomose, ausgeführt mit dem Gerät ASZ8;
b) venöse Anastomose, genäht nach der Läppchenplastiktechnik.

wurde dadurch erleichtert, daß viele Gefäßanastomosen mittels mechanischer Metallnähte ausgeführt worden sind (Abb. 28).

Histologische Untersuchungen:

Die entnommenen Gefäßanastomosen wurden in 5 %iger Formalinlösung fixiert, in Paraffin eingebettet und die Schnitte mit Hämotoxylin-Eosin gefärbt. Die ab der ersten postoperativen Woche bis zu 18 Monaten durchgeführten Untersuchungen ergaben bei den mechanischen Anastomosen keine entzündlichen Infiltrationen der Wandung sowie einen intakten Endothelüberzug. Dies galt für die arteriellen und venösen Anastomosen.

Diese histologischen Untersuchungen beweisen die Gewebefreundlichkeit des benutzten Nahtmaterials (Tantal) (Abb. 30a+b). Dieselben Ergebnisse zeigten sich auch bei Hunden mit immunosuppressiver Behandlung (Abb. 32).

Im Gegensatz zu den mechanischen Nähten zeigten die manuellen Anastomosen auch bei nicht vorhandenen Thrombosen massive Infiltrationen, die bei starker Vergrößerung als leukocytäre Infiltrationen im Sinne eines Abszesses zu erkennen waren. Diese Infiltrationen standen in enger Verbindung mit der Seidennaht (Abb. 31).

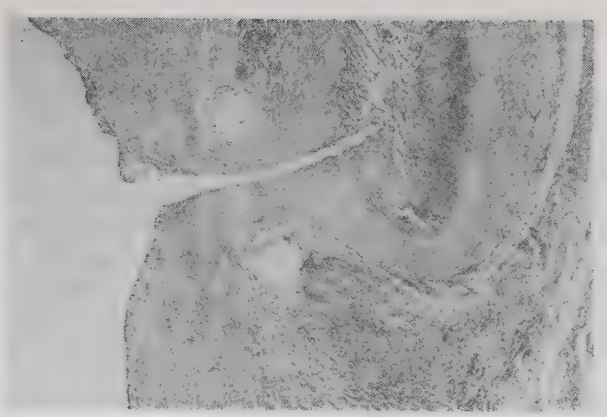


Abb. 30a
End-zu-End-Anastomose der Arteria femoralis mit der Arteria renalis (x 40), keine wandständigen Thrombosen, Endothel glatt. Das Klaffen der Anastomose ist als Folge der postmortalen Präparatur aufzufassen, da keine intravitalen Reaktionen zu beobachten sind; 18 Monate nach Nierentransplantation.

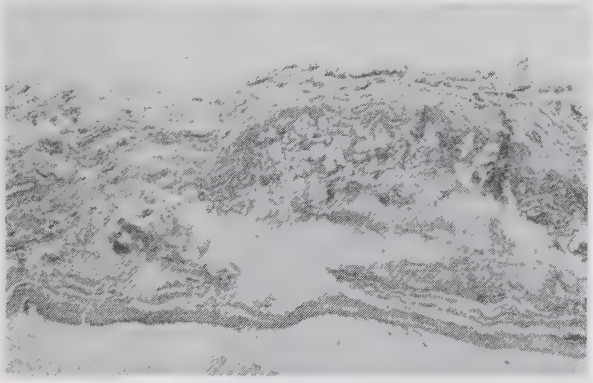


Abb. 30b
End-zu-End-Anastomose der Vena femoralis mit der Vena renalis (x 40), keine entzündliche Infiltration der Wandung, intakter Endothelüberzug, keine wandständigen Thrombosen.

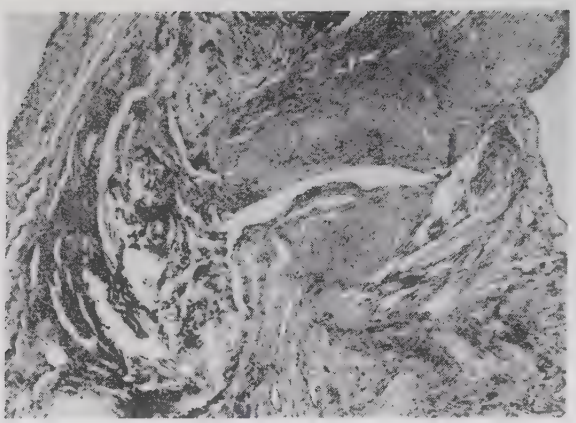


Abb. 31
End-zu-End-Anastomose der Arteria femoralis (x 40), glatter Endothelüberzug, im lumenfernen Teil der Gefäßanastomose findet sich eine massive Infiltration, die sich bei stärkerer Vergrößerung als leukozytär im Sinne eines Abszesses erweist.

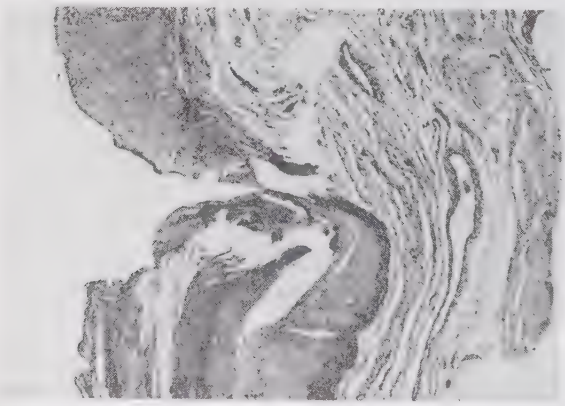


Abb. 32
End-zu-End-Anastomose des Truncus coeliacus mit der Arteria iliac. externa, 35 Tage post operationem; glatter Gefäßübergang.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der insgesamt 30 an der Arteria femoralis durchgeführten End-zu-End-Anastomosen lassen sich folgendermaßen einteilen: Bei den 6 End-zu-End-Anastomosen nach der Technik von CARREL stellten wir 3 Thrombosen fest. Bei der Lappenplastiktechnik thrombosierten von 6 Anastomosen 2. Dagegen zeigten sich bei den restlichen 18 Anastomosen, die zu je 6 mit den drei beschriebenen Maschinen durchgeführt worden waren, keine Thrombosen.

Die 6 Anastomosen der Vena femoralis, durch fortlaufende Naht nach CARREL verbunden, zeigten 2 Thrombosen. Bei den anderen 18 Anastomosen, zu je 6 mit der Lappenplastiktechnik, dem Apparat ASZ8 und der japanischen Maschine vorgenommen, wurde keine Thrombose festgestellt.

Von 8 End-zu-End-Anastomosen der Arteria renalis, die in situ mit dem Nakayamagerät durchgeführt worden waren, thrombosierten 4.

Die Ergebnisse bei den Organtransplantationen teilen sich wie folgt ein:

Bei den Anastomosen bei 7 Nierentransplantationen, die mit der russischen Maschine ASZ8 vorgenommen wurden, waren keine Thrombosen festzustellen. Die 6 arteriellen Nähte bei Nierentransplantationen, die mit dem Nakayamagerät genäht wurden, zeigten ebenfalls keine Thrombosen.

Bei diesen Transplantationen wurden die Venen durch die Lappenplastik anastomosiert; sie waren ebenfalls alle durchgängig.

Bei den Pankreastransplantationen zeigten von 10 der Seit-zu-Seit-nach der Blalockschen Technik genähten Aortenmanschetten 3 Thrombosen. Von 10 Anastomosen des Truncus coeliacus End-zu-End mit der Arteria iliaca externa, mit dem ASZ8 durchgeführt, thrombosierte eine Anastomose. 6 End-zu-End-Anastomosen derselben Gefäße, mit der japanischen Maschine vernäht, waren frei von Thrombosen. Von den 26 venösen Anastomosen bei Pankreastransplantationen wurde die Vena portae End-zu-Seit mit der Vena cava 10 mal mit der fortlaufenden Nahttechnik (5 Thrombosen) und 16 mal mit der Lappanplastiktechnik (keine Thrombosen) anastomosiert.

Thrombosen an Gefäßen nach der Blalockschen Naht beobachteten wir nur bei End-zu-Seit-Anastomosen des Truncus coeliacus mit der Aorta bei Pankreastransplantationen. Diese kann man in einigen Fällen auf eine sehr lange Abklemmung der Aorta zurückführen, da die Thrombosen des Truncus coeliacus teilweise von Thrombosen der distalen Aorta begleitet wurden. Dieses führte uns zu der Überzeugung, daß Anastomosen des Truncus coeliacus mit der Arteria iliaca im tierexperimentellen Pankreastransplantationen, wo die Benutzung von Antikoagulantien gefährliche und oftmals unkontrollierbare Gerinnungsstörungen verursachen kann, vorteilhafter sind.

Bei den ersten Pankreastransplantationen anastomosierten wir die Vena mesenterica superior als langen venösen Abflußschenkel mit der Vena cava inferior. Diese Technik zeigten die meisten venösen Thrombosen, die auf Abknickung der Vena mesenterica zurückzuführen waren. Wir stellten schon oftmals intraoperativ eine venöse Stauung fest, die uns zwang, das Pankreas so zu fixieren, daß eine Abknickung der Vena mesenterica verhindert wurde. Wir entschlossen uns in späteren Versuchen, die Vena mesenterica zu unterbinden und die Vena portae bis zum Leberhilus freizulegen. Sie wurde an beiden Ästen abgesetzt, die Verbindungsbrücke zwischen beiden wurde durchtrennt und so präpariert, daß sich ein Dreieckläppchen ergab. Dieses wurde nach der von GÜTGEMANN und SCHREIBER für portocavale Anastomosen beschriebenen Technik an die Vena cava genäht. Dabei führten wir zuerst die arterielle Anastomose durch, danach lagerten wir die kurze Vena portae an der Vena cava so, daß der venöse Abfluß nach der Anastomose nicht behindert war. Da eine Behinderung des venösen Abflußes auf die Bewegungen des im Peritoneum freiliegenden Transplantats zurückgeführt wurde und eine Fixierung nicht immer möglich war, zeigte sich der kurze Gefäßstumpf mit Läppchenplastik-Anastomose als die beste Lösung; hier wurde die Abflußbahn an der Anastomosenstelle aus beiden Gefäßen mit Hilfe des Läppchens hergestellt.

Bei heterotopen Transplantationen wurde der Truncus coeliacus End-zu-End mit der Arteria iliaca externa mit der russischen Nähmaschine ASZ8 (10 Anastomosen) bzw. mit dem Nakayamaapparat (6 Anastomosen) genäht. Die Vena portae wurde End-zu-Seit mit der Vena iliaca externa durch eine Dreieckläppchenplastik vereinigt (Abb. 29).

	Arterien		Venen	
	Anastomosen	Thrombosen	Anastomosen	Thrombosen
Dreieckläppchenplastik n. Gütgemann u. Schreiber	22	2 (9,1 %)	19	—
Nahttechnik nach Blalock	10	3 (30,0 %)	—	—
Nahttechnik nach Carrel	6	3 (50,0 %)	16	7 (43,8 %)
Nakayama - Gefäßnähapparat	26	4 (15,4 %)	6	—
Russischer Gefäßnähapparat ASZ8	23	1 (4,3 %)	6	—
US - Stapler	6	—	—	—

Diskussion

Seit dem ersten Bericht über Gefäßanastomosen sind eine Reihe von Arbeiten erschienen, die über verschiedene Techniken und Resultate berichten. ANDROSSOW [2], VOGELFANGER [25], INOKUCHI [14], BIKFALVI und DUBECZ [3], STERLING [21], NAKAYAMA [18] und MAILLARD et al. [16] kommen in ihren Arbeiten zu dem Ergebnis, daß die mechanisch durchgeführten Nähte bessere Resultate erzielen als die manuellen Nähte. Aber nicht alle Apparaturen sind in der Lage, sämtliche Gefäßnähte auszuführen; das Hauptanwendungsgebiet liegt im Bereich der kleinen Gefäßanastomosen. Wenn wir unsere Untersuchungen der mechanischen Nähte mit denen anderer Autoren (LEGER et al.[15], FONTAINE et al.[9], STREICHER [22] etc.) vergleichen, stimmen wir mit ihnen überein, daß sich die Benutzung der Nähmaschinen bei kleinen Gefäßanastomosen als überlegen erweist und größere Erfolge verspricht als manuelle Nähte. Die Vor- und Nachteile jeder der von uns benutzten Maschinen sollen hier diskutiert werden.

Der Nähmaschine von Nakayama stehen bis jetzt nur Ringe zwischen 2 mm und 4 mm Durchmesser zur Verfügung. Obwohl diese Größen am häufigsten benötigt werden, ist nicht zu übersehen, daß die spezielle Konstruktion der Ringe nur selten die Vereinigung von Gefäßen gestattet, die nicht mit den Ringen übereinstimmen. Geht man sehr vorsichtig vor, besteht die Möglichkeit, die Gefäße um 0,5 mm zu dehnen; man bekommt somit eine ideal erweiterte Gefäßanastomose. Dieses gelingt jedoch nicht immer; besonders, wenn die Gefäßstümpfe sehr kurz sind, ist diese Dehnung ein gewagter Versuch. Ist man gezwungen, einen kleineren Ring als den für den jeweiligen Gefäßdurchmesser optimalen zu benutzen, so ist es sehr leicht, die Gefaäßwände über die Stifte zu stülpen und man sichert eine genaue Zusammenführung von gesunder Intima zu Intima. Eine sehr kleine Stenose bedeutet für die Strömung/Zeiteinheit nur eine unwesentliche Verminderung; inwieweit eine Stenose als einzige Ursache für eine Thrombose angesehen werden kann, bleibt noch zu klären. Bei unseren Anastomosen der Arteria renalis ohne Einengung und bei kleineren Anastomosen der Arteria renalis mit Stenosen durch Verwendung kleinerer Nakayamaringe, wobei eine Durchfluß-Verminderung bis zu 80 %

erreicht worden ist, zeigten sich gleichviel Thrombosen. Gefäße mit einer Verminderung bis zu 65 % blieben durchgängig, wie die Abbildung 25 zeigt.

Die Möglichkeit, die Ringe in der Mitte zu spalten, um dadurch elastischere Anastomosen zu erhalten, kann während des Nähens zu technischen Schwierigkeiten führen, wie z.B. Verbiegung der Stifte, Schwierigkeiten, die Ringe in den Klammern festzuhalten und Nichtübereinstimmung von Stiften und Perforationen.

Die Hauptvorteile des japanischen Gerätes beruhen auf:

a) sehr leichter und guter Handhabung;
b) es benötigt nur kurze Gefäßstümpfe;
c) es ist keine lange Erfahrung zur Ausführung exakter Nähte notwendig;
d) die Anastomosen sind genau und sauber.

Die mit dem Nakayamaapparat hergestellten Anastomosen sind sogleich dicht und gestatten die sofortige Gabe von Antikoagulantien. Dieses gilt sowohl für arterielle als auch für venöse Anastomosen. Bei venösen Anastomosen muß man aber mit größter Vorsicht vorgehen, um ein Einreißen der feinen Venenwände nach dem Evertieren über die Stifte zu vermeiden. Das Nakayamagerät gestattet auch End-zu-Seit-Anastomosen, wie aus der Abbildung 9 ersichtlich ist.

Das russische Gerät ASZ8 ist eine Gefäßnähmaschine von maximaler technischer Perfektion. Aus 26 Einzelteilen zusammengestellt, verlangt es eine genaue Kenntnis des Zusammenbaus, um überhaupt eine Gefäßanastomose damit durchführen zu können. Dieses macht schon von sich aus die Benutzung dieses Gerätes schwierig, da eine gute Anastomose nur nach einer ausreichenden, zuvor durchgeführten experimentellen Übung möglich ist. Wenn diese Übung vorhanden ist, sichert das Gerät in den meisten Fällen gute arterielle Anastomosen.

Mit diesem Gerät kann man auch venöse Anastomosen herstellen; die Dicke des Tantaldrahtes, woraus die Klammern hergestellt sind, ist jedoch für Venen zu stark. Wie schon andere Autoren feststellen konnten, haben wir auch Nachblutungen nach Venennähten beobachtet. Diese Nachblutungen stammen aus den Stichkanälen der Klammern und konnten nach Kompression von mindestens 5 Minuten, in einigen Fällen

auch durch Umwickeln der Anastomosen mit einer Topostasinmanschette zum Stehen gebracht werden. Bei Gefäßanastomosen mit einem Durchmesser von 2,5 mm werden diese mit 4 Klammern geschlossen. Dieses ergibt einen unregelmäßigen Abstand mit viel freien Zwischenräumen an der Anastomosenstelle, die sehr oft zu Nachblutungen führte. Die Ladung der 2,5 mm Buchsen ist außerordentlich schwierig, da der sehr starken Konkavität der Buchsen gerade Klammern gegenüberstehen. Andere Nachteile der Maschine liegen in:

a) jede Buchsengröße kann nur einmal eingesetzt werden. Müßte man die Anastomose wiederholen oder eine zusätzliche Anastomose in der gleichen Stärke durchführen, so muß man die Tragebuchsen erneut laden, was sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, durch das Tragen von Handschuhen erschwert wird und ein erneutes Säubern von Blutansammlungen in den Einlegebuchsen erfordert, da die Einlegeritzen sonst nicht mehr zu erkennen sind.
b) Die Gefäßstümpfe müssen mindestens 2 cm - 2,5 cm lang sein, was nicht immer gegeben ist.
c) Nach Vollendung der Anastomose ist, wie bereits von anderen Autoren beschrieben wurde, die Entfernung der Maschine schwierig. Dabei ist nach unserer Erfahrung wie folgt vorzugehen:
   1.) Ablösung des umgestülpten proximalen Gefäßendes und Trennung des oberen und unteren Maschinenteiles dieser Seite;
   2.) die Manschette des distalen Gefäßendes wird abgelöst und auf das proximale Gefäßende geschoben. Das ergibt eine Manschette, die dem Blutstrom entgegengerichtet ist und die Anastomose selbst abdichtet. Anschließend wird die zweite Hälfte der Maschine entfernt.

Wenn venöse Anastomosen hergestellt werden, vermeiden wir nach Möglichkeit die Gabe von Antikoagulantien.

Um bei der Ladung der Maschine zu verhindern, daß die Klammern verbogen werden, pflegen wir sie etwas nach außen zu biegen, damit sie bei der Ladung fest an den Wänden der Klammerbuchse haften und genaue B-förmige Nähte ergeben. Die Anastomosen sind elastisch, lassen sich dehnen und sind ab Größe 4,1 gut durchführbar und dicht.

Die amerikanische Nähmaschine (US-Stapler) (Abb. 22) arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die russische, ist aber viel leichter zu bedienen. Sie wiegt gegenüber der russischen Maschine mit 205 g nur 70 g. Die Trägerbuchsen sind aus Kunststoff und von der Fabrik steril geladen, sodaß dieser Arbeitsgang erspart wird und die Maschine ohne größeren Aufwand bei einer Operation mehrmals einsatzfähig fähig ist. Die Klammern sind klein und dünn, sodaß sie sehr kleine Stichkanäle an den Gefäßwänden hinterlassen. Das erklärt die gute Verwendbarkeit der Maschine auch bei venösen Anastomosen. Das Gerät ist ohne größere Übung handzuhaben. Die Gefäßstümpfe brauchen nicht länger als 1 cm zu sein. Der schmale Maschinenkopf gestattet auch eine einfache Benutzung in der Tiefe. Es erscheint uns bei dem Zusammenbau dieses Gerätes als sehr vorteilhaft, daß die langen Klemmenbranchen am hinteren Ende gespreizt sind, sich leicht öffnen lassen und somit eine beidseitige freie Handhabung ermöglichen. Bei der Zusammenführung von beiden Gefäßenden muß man beim Verdrehen der Zusammenführungsschraube vorsichtig sein, um keine Zerquetschung der Intima zu verursachen. Das Gerät ist wegen der zur Verfügung stehenden Buchsen zur Vereinigung von Gefäßen nur bis zu 4 mm verwendbar, was ihre Anwendung einschränkt. Der US-Stapler gewährleistet gute Anastomosen, die schon zur Verfügung stehenden, gefüllten Klammerbuchsen gestatten einen sofortigen Einsatz der Maschine.

Bei den manuellen Anastomosen stellten wir die meisten Thrombosen bei den Carrelschen und Blalockschen Anastomosen fest. Vergleicht man die Anastomosen mit der fortlaufenden evertierenden Naht nach Carrel mit den Ergebnissen der mechanischen Anastomosen, sind die letzteren zweifellos vorzuziehen. Zu dieser Überzeugung führten nicht nur die technisch perfekteren mechanischen Nähte, die von der Geschicklichkeit des Chirurgen unabhängig sind, sondern auch die histologischen Untersuchungen, welche die bessere Gewebeverträglichkeit der Tantalklammern gegenüber herkömmlicher Seide zeigten.

Zusammenfassung

Im Tierexperiment wurden 140 Gefäßanastomosen an oberflächlichen und tiefen Gefäßen durchgeführt; sie wurden in manuelle und mechanische Anastomosen eingeteilt. Bei den manuellen Nähten benutzten wir drei verschiedene Techniken:

A) Anastomosentechnik mit Läppchenplastik nach GÜTGEMANN und SCHREIBER;
B) Anastomosentechnik nach BLALOCK;
C) fortlaufende, zirkuläre evertierende Nahttechnik nach CARREL.

Die mechanischen Nähte wurden mit drei verschiedenen Apparaten ausgeführt:

D) der russischen Gefäßnähmaschine ASZ8;
E) dem japanischen Apparat nach NAKAYAMA;
F) dem amerikanischen Stapler.

Die Ergebnisse führten zu folgenden Feststellungen:

Bei einfachen Gefäßanastomosen sowie bei Anastomosen bei Transplantationen im Experiment besitzen die mechanischen Nähte große Vorteile.

1) Die Anastomosen können sehr schnell ausgeführt werden.
2) Der US-Stapler und der Apparat nach NAKAYAMA sind sehr leicht zu bedienen. Das amerikanische und das russische Gerät stellen elastische Anastomosen her; das japanische Gerät gibt trotz der Möglichkeit, die Ringe zu spalten, starre Anastomosen.
3) Bei der Wahl eines der Instrumente mit Klammernaht ist zu berücksichtigen, daß das russische Gerät größere Gefäße nähen kann; sind die Gefäßdurchmesser jedoch kleiner als 4 mm, stellt die amerikanische Maschine ein einfacheres und ebenso zuverlässiges Verfahren dar.
4) Für venöse Anastomosen bis zu 4 mm Durchmesser eignen sich der Apparat nach NAKAYAMA und das amerikanische Gerät; sind die Gefäße größer als 4 mm, kommt für eine mechanische Naht nur das russische Gerät in Betracht. Dabei ist mit Nachblutungen aus den Stichkanälen zu rechnen, sodaß die Verabreichung von Antikoagulantien nicht ratsam ist.

5) Für Arbeiten in der Tiefe eignen sich das amerikanische und das NAKAYAMA-Gerät am besten.
6) Das amerikanische Gerät ist bei einem Gefäßdurchmesser von 1,8 - 4 mm in der Tiefe sowie an der Oberfläche wegen der in der Diskussion erwähnten Vorteile optimal.
7) Die mechanischen Nähte sind wegen Zeitgewinn, besserer Adaptierung der Gefäße, Gewebefreundlichkeit und der kleineren Thromboseanfälligkeit, wie aus dieser Arbeit ersichtlich ist, immer (nach Möglichkeit) den manuellen Nähten vorzuziehen.
8) Im Falle von intraabdominellen Transplantationen ist nach unserer Ansicht bei manuellen venösen Anastomosen, wie sich aus dieser Untersuchung ergibt, die Läppchenplastik nach GÜTGEMANN und SCHREIBER als überlegenere Methode zu betrachten.

L I T E R A T U R

1.- Abbé, R.: New York medical journal, January 13. 1894.

2.- Androssow, P.I.: "New method of surgical treatment of blood vessel lesion" A.M.A. Arch. Surg. 73:902, 1956

3.- Bikfalvi, A.; S. Dubecz.: "Observation in animal experiments with mechanized vessel suture" U. Int. Chir. 13:481, 1953.

4.- Carrel, A.: "La technique operatoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscêres" Lyon médical 98:859, 1902

5.- Carrel, A.; Guthrie, C.C.: "Anatomosis of blood vessels by the patching method and transplantaton of kidney" J.A.M.A. 47:1648, 1902

6.- Crafoord, C.; Nylin, G.: "Congenital coarctacion of the aorta and its surgical treatment" J.Thorac. Surg. 14:347 1945

7.- Draznin, N.; Vahlensieck, W.; Gödde, S.: "Zur mechanischen Vereinigung kleinerer Gefäße im Experiment" Bruns Beitr. 215:232, 1967

8.- Draznin, N.; Blömer, A.; Seboldt, H.; Scholz, R.: "Beitrag zur Pankreasperfusion" Minnesota Medicine Vol.51 1549-1551, 1968

9.- Fontaine, J.L.; Wuyts, J.L.; Mack, G.; Jurascheck, F.; Fouche, E.; Dayeh, S.: "La suture mécanique des petits vaisseaux à l'aide de l'instrument soviétique ASZ4 et de l'appareil de Nakayama, comparaison des résultats experimentaux obtenues chez le chien" Path. Biol. Paris 14:332, 1966

10.- Goyanes, J.: " Sobre cirugía plástica vascular" Revista de medicina y cirugía práctica No. 877-881, 1905

11.- Gross, R.E.: "Surgical correction of coarctation of the aorta" Surgery 18:673, 1945

12.- Guthrie, C.C.: "Some physiologic aspects of blood vessel surgery" J.A.M.A. 51:1658, 1908.

13.- Gütgemann, A.; Schreiber, H.W.: "Zur Indikation und Technik der direkten porto-cavalen Anastomose" Chirurg. 33:509, 1962.

14.- Inokuchi, K.: "New type vessel-suturing apparatus" A.M.A. Arch. Surg. 77:954, 1958.

15.- Leger, L.; Patel, J.C.: "Anastomosis de petits vaisseaux sans suture" La Presse Medical 72:29:1657, 1964.

16.- Maillard, J.M.; Giuls, R.; Lotart-Jacob, J.L.: "Utilisation chirurgicale des anneux de Nakayama" La Presse Medical 72:3049, 1964.

17.- Murphy, J.W.: "Resection of arteries an veines injured in continuity end to end suture" N.York medical record Vol. 51 Nr.3, 1897.

18.- Nakayama, K.; Yamamoto, K.; Tamiya, T.: "A new simple apparatus for anastomosis of small vessels" J. Int. Coll. of Surg. 38:12, 1962.

19.- Nakayama, K.; Tamiya, T.; Yamamoto, K.; Akimoto, S.: "A simple new apparatus for small vessels anastomosis" Surgery 52:918, 1962.

20.- Payr, E.: "Beiträge zur Technik der Blutgefäß - und Nervennaht nebst Mitteilungen über die Verwendung eines resorbierbaren Metalls in der Chirurgie" Archiv für klin. Chirurgie 62:67, 1900.

21.- Sterling, J.A.: "Experimental use of apparatus for stapling small blood vessels" J.Einstein med. Center 7:192 1959.

22.- Streicher, H.J.: "Die Vereinigung kleiner Gefäße mit dem Gerät nach Nakayama" Bruns Beitr. 214:152, 1967.

23.- Takaro, T.: "The American and the Russian vascular Stapler" A.M.A. Arch. of Surg. 89:536, 1964

24.- Vahlensieck, W.; W.Koch.,St. Gödde.: Langebecks Arch. klin. Chir. 308 (1964), 803.

Vahlensieck, W.; N. Draznin.: "Aporte experimental a la sutura vascular en los transplantes renales" Rev. Arg. Cirug. 12:162, 1967.

25.- Vogelfanger, I.J.; Beattie, W.G.; Brown, F.N.; Devitt,J.E.; Scobbie, T.K.;Scobie, D.A.: "The problem of small vessel anastomosis". Surgery 52:354, 1962.

Bei der Fertigstellung dieser Arbeit wurde ich von einigen Doktoranten unterstützt, denen ich hier danken möchte.

Herr Priv.Doz.Dr.med. H.Bittscheid untersuchte die histologischen Präparate.

Herr Prof.Dr. med.E. Bücheler unterstützte mich bei der Durchführung der angiographischen Untersuchungen.

Frau C.Schmidt danke ich für ihre Hilfe bei der Herstellung der Abbildungen.

Ganz besonders danke ich Herrn Prof.Dr.med.N.Hahn für seine ständige Unterstützung bei den durchgeführten Versuchen und bei der Abfassung der Arbeit.

Bei der Fertigstellung des Manuskriptes war meine Frau Elke Draznin eine unersetzliche Hilfe.Ich möchte ihr dafür besonders danken.

L E B E N S L A U F

Natanio Draznin, geboren am 15.9.1932 in Santa Fé, Argentinien, als Sohn des Lehrers Bernardo Draznin und seiner Ehefrau Sarah, geb. Patolsky.

Von 1938 bis 1944 Besuch der Grundschule in Rosario, Argentinien, von 1944 bis 1949 Besuch des Gymnasiums "Colegio Nacional Gral. San Martin"; Abitur am 22.12.1949.

1950 bis 1951 Ableistung des Wehrdienstes bei der argentinischen Armee, Regimiento 3 de Artilleria.

1952 bis 1956 Studium an der Medizinischen Fakultät der Universität Nacional del Litoral in Rosario, von 1957 bis 1961 an der Medizinischen Fakultät der Universität Nacional in Córdoba,Argentinien, einschließlich der obligatorischen Medizinalassistentenzeit. Approbation als Arzt am 28.12.61 an der Medizinischen Fakultät der Universität Nacional del Litoral in Rosario.

Von 1962-1964 Hilfsdozent durch Wettbewerb an der Ersten Chirurgischen Universitätsklinik in Córdoba (Direktor:Prof.Dr. Juan Martin Allende)

Von 1964-1966 Assistenzarzt der Chirurgischen Abteilung des Evangelischen Krankenhauses in Düsseldorf (Direktor: Prof.Dr. W.Forßmann).

Von 1966-1967 Stipendiat der Heinrich Hertz Stiftung in der Chirurgischen Universitätsklinik, Bonn-Venusberg (Direktor: Prof. Dr. A. Gütgemann), von 1968 bis 1970 wissenschaftlicher Assistent an der gleichen Klinik.

Deutscher Facharzt für Chirurgie am 12.12.1967.

Während der Zeit an der Bonner Klinik Forschungstätigkeit mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft und Veröffentlichungen auf den Gebieten des Pankreas, Nierentransplantationen, Gefäßchirurgie und Organkonservierung im Experiment.

Von 1970-1972 chirurgischer Oberarzt der Chirurgischen Abteilung der Klinik Bergmann in Bonn-Duisdorf. Ab 1972 erster Oberarzt der Chirurgischen Abteilung des Dreifaltigkeits-Krankenhauses in Wesseling/Rhein.

Deutsche Einbürgerung am 4.1.1972

Deutsche Approbation als Arzt am 5.6.1972

Verheiratet seit 1968, drei Kinder.